

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

VERSION CORRIGÉE

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
25 novembre 2004 (25.11.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/101453 A1

(51) Classification internationale des brevets⁷ : C03B 7/06

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2004/001124

(22) Date de dépôt international : 7 mai 2004 (07.05.2004)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
03/05735 13 mai 2003 (13.05.2003) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : L'AIR
LIQUIDE, Société Anonyme à Directoire et Conseil de
Surveillance pour l'Etude et l'Exploitation des Procédés
Georges Claude [FR/FR]; 75, quai d'Orsay, F-75321 Paris
Cedex 07 (FR).

(71) Déposant (pour US seulement) : JARRY, Luc [FR/FR];
23, boulevard des Nations Unies, F-92190 Meudon (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : GIANG,
Son-Ha [FR/FR]; 23, place Sainte-Bernadette, F-94370
Sucy en Brie (FR). LE GOUEFFLEC, Gérard [FR/FR];
33, rue Brindejonc des Moulinais, F-78140 Velizy (FR).
ROBILLARD, Dominique; 23, rue Champ Lagarde, 8
Résidence des Pépinières, F-78000 Versailles (FR).

(74) Mandataires : DUCREUX, Marie etc.; L'Air Liquide
SA, 75, quai d'Orsay, F-75321 Paris Cedex 07 (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO,
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,
GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG,
KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG,
MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH,
PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM,
ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM),
européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,
FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI,
SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

(48) Date de publication de la présente version corrigée:
17 mars 2005

(15) Renseignements relatifs à la correction:
voir la Gazette du PCT n° 11/2005 du 17 mars 2005, Sec-
tion II

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abrégia-
tions, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et
abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de
la Gazette du PCT.

(54) Title: BURNER CONTROL METHOD INVOLVING THE INJECTION OF AN ADDITIONAL GAS AND ASSOCIATED
COMBUSTION SYSTEM

(54) Titre : PROCEDE DE CONTROLE DE BRULEURS PAR INJECTION D'UN GAZ ADDITIONNEL ET SYSTEME DE
COMBUSTION Y AFFECTE

(57) Abstract: The invention relates to a method of controlling the operation of a burner which is used to heat feeder channels for
molten glass originating from a glass furnace, said burner being supplied with a fuel and oxygen. According to the invention, an
additional gas is injected in addition to the oxygen, such that the sum of the oxygen flow and the additional gas flow is greater than
the minimum cooling flow of the burner D_{min} .

(57) Abrégé : L'invention concerne un procédé de contrôle du fonctionnement d'un brûleur assurant le chauffage des canaux de
distribution de verre liquide issu d'un four verrier, ledit brûleur étant alimenté par un combustible et de l'oxygène, dans lequel un gaz
additionnel est injecté en complément de l'oxygène de manière à ce que la somme du débit d'oxygène et du débit de gaz additionnel
soit supérieur au débit minimal de refroidissement du brûleur D_{min} .

WO 2004/101453 A1

Procédé de contrôle de brûleurs par injection d'un gaz additionnel et système de combustion y afférent

5

La présente invention concerne un procédé de contrôle du fonctionnement d'un brûleur destiné à chauffer les canaux de distribution de verre liquide issu d'un four verrier.

Sur une ligne de fabrication continue de verre, la fusion du verre est assurée dans des fours de plus ou moins grande capacité qui délivrent en sortie du verre fondu. Pour
10 certaines industries comme les fours de verres creux, le verre fondu doit être acheminé jusqu'aux machines de mise en forme du verre. Pour le transport de ce verre fondu, on utilise des canaux de distribution garnis de matériaux réfractaires, dénommés "feeder" "forehearth" en anglais. Au cours de ce cheminement, le verre est refroidi, il est également conditionné de manière à ce qu'en sortie des canaux de distribution, sa
15 température soit parfaitement stable et homogène à plus ou moins 1°C près. La température du verre à la sortie des canaux de distribution doit donc pour cela être constante mais aussi parfaitement uniforme transversalement, c'est-à-dire sur la largeur de chaque canal.

Il est essentiel de contrôler le procédé de transfert thermique à la surface du verre
20 sur toute la longueur du canal de distribution pour obtenir une réduction du gradient de température en sortie. Pour cela, il est courant d'équiper les canaux de distribution d'un dispositif de chauffage qui est obtenu par la combustion d'un mélange d'air et de gaz combustible au-dessus de la surface libre du courant de verre fondu. Cette combustion est obtenue à l'aide de brûleurs aéro-combustibles. Pendant l'écoulement du verre fondu,
25 afin que la température du verre fondu soit à la fois abaissée et homogénéisée, des séries de brûleurs sont répartis tout au long du cheminement du verre fondu. Compte-tenu du nombre de brûleurs et de la difficulté de capter et contrôler les volumes de fumées qu'ils créent, la combustion peut être réalisée par des brûleurs dont le comburant est de l'air froid ; or, ces brûleurs présentent un rendement généralement médiocre et qui
30 offrent peu de flexibilité en vue de l'obtention d'un bon profil thermique transversal.

Pour résoudre ces problèmes, la combustion d'un mélange d'air et de gaz combustible a été remplacée par la combustion d'un mélange d'oxygène et de gaz combustible à l'aide de brûleurs oxy-combustible. Cette modification a permis
35 d'augmenter la capacité de production de verre, ainsi que le rendement de combustion et le transfert radiatif. De tels brûleurs sont par exemple décrits dans les documents US-B1-6,431,467 et US 5,500,030. Ces derniers brûleurs présentent notamment

l'avantage d'avoir une plage de fonctionnement importante, c'est-à-dire une possibilité de variation de puissance - et donc des débits de combustible et de comburant - beaucoup plus grande que celle des brûleurs aéro-combustibles. En outre, la longueur de la flamme de ces brûleurs est constante dans toute leur plage de fonctionnement. Cette propriété leur permet de chauffer le bord des canaux de distribution, là où le verre se refroidit au contact des réfractaires. Ils permettent également de limiter le gradient thermique, et donc la différence de viscosité, entre le cœur du canal et les bords ; ainsi l'écoulement préférentiel du verre au centre du canal est limité. Par ailleurs, la puissance de chauffe d'une section de canal de distribution par combustion oxy-combustible ou avec de l'air enrichi en oxygène est supérieure à ce qui peut être atteint en combustion aéro-combustible. La grande plage de puissance dans laquelle les brûleurs oxy-combustible fonctionnent permet une régulation dynamique compensant rapidement les variations du procédé et stabilisant la température du verre. Les canaux de distribution peuvent être équipés sur toute leur longueur de plusieurs zones de chauffe, dans ce cas, les brûleurs oxy-combustible apportent une grande flexibilité de conduite grâce à une plus grande précision dans la régulation de la température. Si la totalité de la longueur du canal de distribution est équipée de brûleurs oxy-combustible, cette flexibilité de conduite est d'autant plus grande. En outre, la consommation de gaz est réduite. Les brûleurs oxy-combustible permettent également une réduction du volume des fumées, qui peut conduire dans certain cas à une diminution des envols et de la volatilisation de certains composants amenés dans les canaux de distribution, tels que les colorants.

Cependant, cette combustion oxy-combustible peut présenter certains inconvénients. Tout d'abord, la géométrie de la flamme des brûleurs des canaux de distribution est particulièrement importante, car il faut assurer un profil de chauffe du flux de verre particulièrement stable et uniforme. Or, la tenue thermique des matériaux constituant les brûleurs oxy-combustible auto-refroidis est généralement difficile car la température d'ambiance y est généralement élevée alors que les débits de gaz et d'oxygène sur chaque brûleur est faible (faible puissance unitaire). Ainsi, afin d'assurer un profil stable de flamme, on ne dispose pas d'autant de flexibilité de fonctionnement pour ces brûleurs que l'oxy-combustion le permet. De plus, le passage à bas régime des brûleurs peut être la source de défaillances de brûleurs nécessitant une maintenance. En effet, les brûleurs sont refroidis par convection avec le débit du comburant et du combustible qu'ils utilisent. Dans le cas de combustion à oxygène le volume des débits est environ 70 % inférieur à celui d'une combustion à l'air. Le refroidissement est donc moins efficace pour une même puissance. La flamme d'une combustion à l'oxygène est aussi plus chaude et rayonnante. De plus, à faible puissance, l'échauffement de l'embout

du brûleur peut générer un craquage prématuré et a donc pour conséquence un encrassement rapide et une usure prématurée du brûleur. Enfin, les canaux de distribution doivent toujours être en surpression et cette pression est maintenue par le volume des fumées des brûleurs. En aérocombustion, ce volume est stabilisé, un jeu de trappes sur les évacuations de fumées permet d'ajuster la pression, qu'il convient de surveiller et réguler. En oxycombustion, le volume des fumées est beaucoup plus faible et, de plus, varie fortement avec la puissance, ce qui rend le contrôle de la pression dans les canaux de distribution difficile. On recherche donc un procédé stable en pression, indépendant des conditions de puissance instantanées.

10 Un but de la présente invention est de proposer un procédé de chauffage des canaux de distribution de verre à l'aide de brûleur oxy-combustible ne présentant pas les inconvénients précédents.

Un but de la présente invention est de proposer un procédé de chauffage des canaux de distribution de verre à l'aide de brûleur oxy-combustible flexible et facilement modifiable.

15 Dans ce but, l'invention concerne un procédé de contrôle du fonctionnement d'un brûleur assurant le chauffage des canaux de distribution de verre liquide issu d'un four verrier, ledit brûleur étant alimenté par un gaz combustible et de l'oxygène, dans lequel un gaz additionnel est injecté en complément de l'oxygène de manière à ce que la somme du débit de gaz additionnel, du débit d'oxygène et du débit de gaz combustible soit supérieure ou égale au débit minimal de refroidissement du brûleur D_{MIN} .

L'invention concerne également un système de combustion comprenant :

- un brûleur oxy-combustible,
- un moyen d'alimentation du brûleur en combustible,
- 25 - un moyen d'alimentation du brûleur en comburant coopérant avec un moyen d'alimentation en oxygène et un moyen d'alimentation en un gaz additionnel,
- un moyen de mesure du débit d'au moins de l'oxygène ou du combustible,
- un moyen de contrôle du débit de gaz additionnel.

Enfin, l'invention concerne l'utilisation du système précédent pour le chauffage des canaux de distribution de verre liquide issu d'un four verrier

30 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre. Des formes et des modes de réalisation de l'invention sont donnés à titre d'exemples non limitatifs, illustrés par la figure 1 représentant la plage de puissances obtenues avec le procédé et le système selon l'invention et avec le procédé de l'art antérieur.

L'invention concerne donc tout d'abord un procédé de contrôle du fonctionnement d'un brûleur assurant le chauffage des canaux de distribution de verre liquide issu d'un four verrier, ledit brûleur étant alimenté par un gaz combustible et de l'oxygène, dans lequel un gaz additionnel est injecté en complément de l'oxygène de manière à ce que la
5 somme du débit de gaz additionnel, du débit d'oxygène et du débit de gaz combustible soit supérieure au débit minimal de refroidissement du brûleur D_{MIN} .

L'invention permet donc le contrôle du fonctionnement d'un brûleur oxycombustible. Par brûleur oxycombustible, on entend un brûleur mettant en œuvre une oxycombustion obtenue par le mélange d'un combustible et d'oxygène. Par oxygène, on entend un gaz
10 oxygéné comprenant plus de 90 % en volume d'oxygène. L'oxygène produit par un procédé VSA (adsorption à régénération sous vide) est particulièrement adapté. Selon la caractéristique essentielle de l'invention, un gaz additionnel est injecté dans le brûleur en complément de l'oxygène. Généralement, le gaz additionnel est mélangé avec l'oxygène avant sa mise en contact avec le combustible, par exemple dans une chambre de
15 prémélange. La quantité de gaz additionnel injectée en complément de l'oxygène et du combustible permet un contrôle du fonctionnement du brûleur selon la règle suivante : la somme du débit de gaz additionnel, du débit d'oxygène et du débit de gaz combustible doit être supérieure au débit minimal de refroidissement du brûleur D_{MIN} . La valeur de D_{MIN} peut être fixée pour chaque type de brûleur en fonction du débit de combustible
20 introduit dans le brûleur. Plus précisément, la valeur de D_{MIN} peut être fixée de la manière suivante : D_{MIN} doit être suffisant pour assurer le refroidissement du brûleur. Cette valeur du débit nécessaire au refroidissement est spécifique au brûleur utilisé ; elle est déterminable par un homme du métier en fonction de la température de tenue dudit brûleur. Cette température de tenue du brûleur est elle-même déterminée préalablement
25 par des tests. En pratique, le débit de gaz additionnel peut être contrôlé par un détendeur inséré dans la ligne de délivrance de l'oxygène au brûleur et réglé pour délivrer un flux d'oxygène et de gaz additionnel de pression déterminée. Cette pression est fixée de manière à correspondre au débit minimum de gaz nécessaire pour assurer le refroidissement du brûleur. Ainsi, si le débit d'oxygène varie suite à une variation de débit
30 du combustible et de manière à conserver un rapport stœchiométrique gaz combustible/oxygène fixé, le débit de gaz additionnel varie également pour compenser ou non la variation de débit d'oxygène dans le brûleur.

Selon un premier mode plus perfectionné du procédé, il est possible de faire varier le débit de gaz additionnel en fonction du débit d'oxygène et de gaz combustible par
35 mesure permanente de ces deux derniers débits et ajustement du débit de gaz

additionnel de manière à ce que la somme des débits d'oxygène, de gaz additionnel et de combustible soit supérieure à D_{MIN} .

Selon un deuxième mode particulier simplifié de l'invention, il suffit de s'assurer que la somme du débit de gaz additionnel et du débit d'oxygène est supérieure ou égale au
5 débit minimal de refroidissement du brûleur D_{MIN} . A fortiori, la somme du débit de gaz additionnel, du débit d'oxygène et du débit de gaz combustible est également supérieure au débit minimal de refroidissement du brûleur D_{MIN} . La mise en œuvre de ce mode particulier est plus simple puisqu'il ne s'agit plus que d'asservir le débit de gaz additionnel qu'à la mesure du débit d'oxygène, par exemple par un simple détendeur, sans tenir
10 compte de la valeur du débit de gaz combustible.

Selon l'invention, le gaz additionnel peut être un gaz comburant différent de l'oxygène ou un gaz neutre vis-à-vis du combustible. Il s'agit de préférence d'au moins l'un des gaz suivants : air, dioxyde de carbone, argon, hélium, azote ou d'un mélange de ces gaz. L'air est généralement le mieux adapté par son faible coût et sa composition. Un
15 gaz additionnel composé d'une quantité de l'ordre de 21 % en volume d'oxygène et d'au moins un autre gaz différent de l'oxygène est intéressant, car, d'une part, il est favorable à la combustion et, d'autre part, la quantité d'oxygène, qu'il introduit, peut se déduire de l'oxygène principal injecté pour la combustion du combustible.

Lors de la variation de la puissance du brûleur, les débits de combustible et
20 d'oxygène augmentent ou diminuent proportionnellement de manière à conserver un rapport stœchiométrique prédéfini constant. En fonction de la valeur du débit d'oxygène mis en œuvre, le gaz additionnel est ajouté en complément de l'oxygène de manière à ce que le débit total en oxygène et gaz additionnel soit supérieur ou égal à D_{MIN} . De ce fait, le brûleur ne subit pas de détérioration à faible puissance, car malgré l'injection de débits
25 faibles en oxygène et combustible, le gaz additionnel apporte le volume gazeux nécessaire au refroidissement du brûleur. Ce gaz additionnel permet également d'éviter l'encrassage de l'embout du brûleur par des dépôts de verre et sa détérioration. En outre, le gaz additionnel crée un volume de fumées qui permet à l'opérateur d'obtenir et contrôler la surpression au sein des canaux de distribution. A forte puissance, le débit de
30 gaz additionnel peut éventuellement s'annuler pour permettre un fonctionnement uniquement à l'oxygène. Dans ce cas, la somme du débit d'oxygène et du débit de gaz combustible est supérieur à D_{MIN} .

Selon une première variante préférée du procédé, le procédé met en œuvre un brûleur du type décrit dans US 5,500,030. Ce type de brûleur comprend plus
35 particulièrement :

- un premier conduit pour le passage de l'oxygène,

- un second conduit coaxial au premier conduit et placé à l'intérieur dudit premier conduit pour le passage du combustible.

Il est préférable que l'extrémité du second conduit soit placée en retrait de l'extrémité du premier conduit. Plus préférentiellement, on utilise des brûleurs de ce type dont le rapport du diamètre interne du premier conduit sur le diamètre interne du second conduit étant compris entre 2:1 et 8:1.

Selon une deuxième variante préférée du procédé, le procédé met en œuvre un brûleur du type décrit dans US-B1-6,431,467. Ce type de brûleur comprend plus particulièrement :

- un premier conduit pour le passage de l'oxygène,
- un second conduit coaxial au premier conduit et placé à l'intérieur dudit premier conduit pour le passage du combustible,
- un embout placé à l'extrémité du premier conduit,
- une buse placée à l'extrémité du second conduit,
- un moyen permettant de faire tourbillonner le combustible placé sur la buse placée à l'extrémité du second conduit. Selon cette deuxième variante, le moyen permettant de faire tourbillonner le combustible peut comprendre un objet de forme allongée centrée de manière aérodynamique à l'intérieur de la buse du second conduit, le diamètre interne de ladite buse étant supérieur au diamètre de l'objet de forme allongée du moyen permettant de faire tourbillonner le combustible. L'objet de forme allongée du moyen permettant de faire tourbillonner le combustible peut être constitué d'au moins une tige hélicoïdale sur une portion de sa longueur. Ce brûleur peut également comprendre un moyen permettant de faire tourbillonner le comburant placé sur l'embout placé à l'extrémité du premier conduit ; ce moyen permettant de faire tourbillonner le comburant peut être constitué d'un ressort hélicoïdal. Ce type de brûleur convient particulièrement à la mise en œuvre du procédé de l'invention parce qu'il produit une flamme de longueur constante indépendamment des variations de puissance.

L'invention concerne également un système de combustion comprenant :

- un brûleur oxy-combustible,
- un moyen d'alimentation du brûleur en combustible,
- un moyen d'alimentation du brûleur en comburant coopérant avec un moyen d'alimentation en oxygène et avec un moyen d'alimentation en un gaz additionnel,
- un moyen de mesure du débit d'au moins de l'oxygène ou du combustible,
- un moyen de contrôle du débit de gaz additionnel.

Ce système de combustion permet de piloter de manière fine les évolutions de puissance du brûleur sans générer les inconvénients rencontrés sur ce type de brûleur.

Ce système permet la mise en œuvre du procédé de contrôle du fonctionnement du brûleur oxy-combustible tel que décrit précédemment. Généralement, le moyen de contrôle du débit de gaz additionnel est asservi au moyen de mesure du débit d'au moins de l'oxygène ou du combustible. Ce moyen de contrôle du débit de gaz additionnel peut être un détendeur ou une servo-valve : c'est-à-dire valve asservie à une commande. Lorsque le moyen de contrôle du débit de gaz additionnel est un détendeur, il suffit de le régler de manière à délivrer le gaz additionnel jusqu'à ce que la pression générée par ce gaz additionnel et l'oxygène délivré soit supérieure à la pression nécessaire pour obtenir le débit minimum de comburant D_{MIN} . Lorsque le moyen de contrôle du débit de gaz additionnel est une servo-valve, il est possible d'asservir l'ouverture du moyen d'alimentation en gaz additionnel à l'une des commandes suivantes : en fonction de la valeur du débit d'oxygène ou en fonction de la valeur du débit de combustible, compte-tenu de la valeur du rapport stœchiométrique oxygène/combustible fixé. Selon une mise en œuvre particulière, où le gaz additionnel est de l'air, la servo-valve peut prendre en compte l'apport en oxygène de l'air dans le calcul du rapport stœchiométrique oxygène/combustible ; cette mise en œuvre permet d'économiser la consommation en oxygène.

L'invention concerne enfin l'utilisation du système précédent pour le chauffage des tunnels de distribution de verre liquide issu d'un four verrier.

Le graphique de la figure 1 illustre les plages de puissances obtenues avec le procédé et le système selon l'invention et avec le procédé selon l'art antérieur. Pour le système selon l'invention (courbe en trait plein) et le brûleur oxycombustible selon l'art antérieur (courbe en pointillés de types : et _._._), les courbes donnent la puissance (en kW) qu'il est possible de transférer en fonction de la puissance développée (en kW). La puissance développée est la puissance créée par la combustion stœchiométrique à l'aide d'un comburant ne comprenant que de l'oxygène. La puissance transférée est la puissance qui est effectivement transférée au verre. Dans le cas d'une oxy-combustion à l'aide d'un comburant ne comprenant que de l'oxygène (brûleur oxy-combustible selon l'art antérieur), on observe que la puissance transférée correspond à la puissance développée. Pour la combustion à l'aide du comburant comprenant l'oxygène et le gaz additionnel, bien que l'on développe la même puissance qu'avec le brûleur de l'art antérieur, on observe que la puissance transférée par le brûleur mettant en œuvre l'invention peut être plus faible compte-tenu des pertes de puissance dues aux volumes de fumées dans un certain domaine de puissance. Il a été observé que le brûleur selon l'art antérieur est limité à un fonctionnement, en puissance transférée et développée, dans une gamme de 7 à 10 kW car en dessous de 7 kW le brûleur ne peut fonctionner

sans être détérioré par l'absence d'un flux suffisant de gaz (détérioration dans le domaine défini par la courbe en pointillés de type). Grâce au système selon l'invention, ce même brûleur peut voir sa gamme de fonctionnement s'élargir à 0,15 à 10 kW. On peut également souligner que le procédé et le dispositif selon l'invention permettent d'élargir la

5 la gamme de fonctionnement des brûleurs de l'art antérieur dans un domaine de puissance qui leur était inaccessible dans l'art antérieur même en les faisant fonctionner dans la gamme de puissance produisant leur détérioration et qui correspond à la courbe en pointillés de type sur la figure 1 ; on observe que cette gamme de puissance dite détérioratrice ne peut descendre au delà de 1 kW en puissance transférée, alors que le

10 le procédé selon l'invention permet d'accéder à des puissances transférées comprises entre 0,15 et 1 kW.

Par mise en œuvre du procédé et du système selon l'invention, il est possible de chauffer les canaux de distribution de verre fondu issu d'un four verrier en conservant les avantages des brûleurs oxycombustibles - à savoir plage de fonctionnement plus large

15 que les brûleurs aéro-gaz également pour les puissances élevées, éventuellement flamme de longueur contrôlée, diminution de la consommation de combustible - tout en améliorant le profil de chauffe à basse puissance et sans détériorer le brûleur.

L'invention présente également l'avantage de permettre le maintien d'une pression stable dans les canaux de distribution du fait d'un débit de fumées plus important que lors

20 de la combustion tout oxygène à faible puissance.

Du fait de la possibilité de travailler avec des brûleurs de faibles puissances, l'invention permet également de travailler avec un plus grand nombre de brûleurs présentant de plus faibles puissances : la chauffe peut ainsi être plus homogène et améliorer la qualité du transfert au verre.

De plus, bien que l'ajout complémentaire de gaz additionnel dans l'oxygène dégrade le rendement de combustion, il permet toutefois une régulation très fine de la puissance transférée au verre.

25

Le rendement de combustion est minimum lorsque les brûleurs fonctionnent à faible puissance. Toutefois à ces niveaux, le gain de combustible est potentiellement le plus faible. Ce procédé a peu d'impact sur le bilan économique.

30

Un autre avantage de l'invention est qu'elle permet un ajustement rapide de la puissance du brûleur en fonction de la nature du verre qui coule dans les canaux de distribution. Cet avantage est d'autant particulièrement important de nos jours en raison des modifications continues apportées aux verres produits pour suivre les effets de

35 mode (couleurs, ...).

REVENDICATIONS

1. Procédé de contrôle du fonctionnement d'un brûleur assurant le chauffage des canaux de distribution de verre liquide issu d'un four verrier, ledit brûleur étant alimenté par un gaz combustible et de l'oxygène, caractérisé en ce qu'un gaz additionnel est injecté en complément de l'oxygène de manière à ce que la somme du débit de gaz additionnel, du débit d'oxygène et du débit de gaz combustible soit supérieure ou égale au débit minimal de refroidissement du brûleur D_{MIN} .
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le gaz additionnel est choisi parmi au moins l'un des gaz suivants : air, dioxyde de carbone, argon, hélium ou azote.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le gaz additionnel est mélangé avec l'oxygène avant sa mise en contact avec le combustible.
4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la valeur de D_{MIN} est fixée en fonction du débit de combustible.
5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la somme du débit de gaz additionnel et du débit d'oxygène est supérieure ou égale au débit minimal de refroidissement du brûleur D_{MIN} .
6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le débit de gaz additionnel est contrôlé par un détendeur inséré dans la ligne de délivrance de l'oxygène au brûleur.
7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le brûleur comprend :
 - un premier conduit pour le passage de l'oxygène,
 - un second conduit coaxial au premier conduit et placé à l'intérieur dudit premier conduit pour le passage du combustible,l'extrémité dudit second conduit étant placée en retrait de l'extrémité du premier conduit.
8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le brûleur comprend :
 - un premier conduit pour le passage de l'oxygène,

- un second conduit coaxial au premier conduit et placé à l'intérieur dudit premier conduit pour le passage du combustible,
- un embout placé à l'extrémité du premier conduit,
- une buse placée à l'extrémité du second conduit,
- 5 - un moyen permettant de faire tourbillonner le combustible placé sur la buse placée à l'extrémité du second conduit.

9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que le moyen permettant de faire tourbillonner le combustible comprend un objet de forme allongée centré de manière
10 aérodynamique à l'intérieur de la buse du second conduit, le diamètre interne de ladite buse étant supérieur au diamètre de l'objet de forme allongée du moyen permettant de faire tourbillonner le combustible.

10. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que l'objet de forme allongée du
15 moyen permettant de faire tourbillonner le combustible comprend au moins une tige hélicoïdale sur une portion de sa longueur.

11. Procédé selon l'une des revendications 8 à 10, caractérisé en ce que le brûleur
20 comprend un moyen permettant de faire tourbillonner le comburant placé sur l'embout placé à l'extrémité du premier conduit.

12. Système de combustion comprenant :

- un brûleur oxy-combustible,
- un moyen d'alimentation du brûleur en combustible,
- 25 - un moyen d'alimentation du brûleur en comburant coopérant avec un moyen d'alimentation en oxygène et un moyen d'alimentation en un gaz additionnel,
- un moyen de mesure du débit d'au moins de l'oxygène ou du combustible,
- un moyen de contrôle du débit de gaz additionnel.

30 13. Système de combustion selon la revendication 12, caractérisé en ce que le moyen de contrôle du débit de gaz additionnel est asservi au moyen de mesure du débit d'au moins de l'oxygène ou du combustible.

14. Système de combustion selon la revendication 12 ou 13, caractérisé en ce que le
35 moyen de contrôle du débit de gaz additionnel est un détendeur.

15. Système de combustion selon la revendication 12 ou 13, caractérisé en ce que le moyen de contrôle du débit de gaz additionnel est une servo-valve.

16. Utilisation du système selon l'une des revendications 12 à 15 pour le chauffage des
5 canaux de distribution de verre liquide issu d'un four verrier.

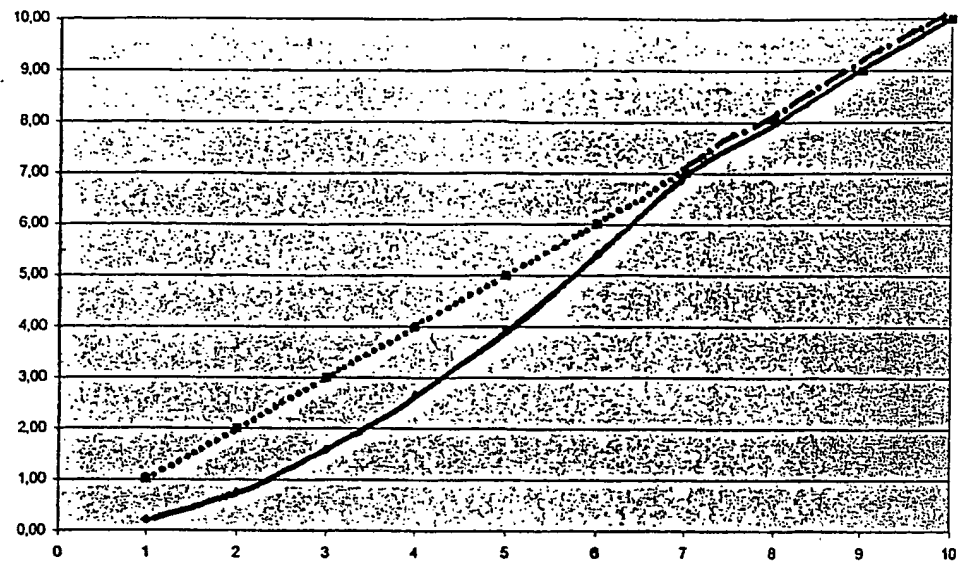


Figure 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
/FR2004/001124

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 C03B7/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F23D F23L C03B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 201 06 097 U (WTU WAERMETECH & UMWELTSCHUTZ) 2 August 2001 (2001-08-02)	1-3
Y	page 1, line 6 - line 9 page 4, line 6 - line 11; figures 1,2	7-11
X	US 5 145 361 A (KURZINSKI EDWARD F) 8 September 1992 (1992-09-08)	12, 13
Y	column 1, line 46 - line 49 column 3, line 6 - column 4, line 18; figure 2	16
Y	US 5 500 030 A (BROADWAY LEE ET AL) 19 March 1996 (1996-03-19)	7
A	cited in the application the whole document	12, 16
	----- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

S document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 October 2004

Date of mailing of the international search report

28/10/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Coli, E

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

FR2004/001124

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No
Y	US 6 431 467 B1 (FOURNIER JR DONALD J ET AL) 13 August 2002 (2002-08-13) cited in the application	8-11,16
A	the whole document	1,12
A	EP 0 877 203 A (PRAXAIR TECHNOLOGY INC) 11 November 1998 (1998-11-11) the whole document	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

/FR2004/001124

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 20106097	U	02-08-2001	DE 20106097 U1	02-08-2001
US 5145361	A	08-09-1992	NONE	
US 5500030	A	19-03-1996	NONE	
US 6431467	B1	13-08-2002	US 6029910 A	29-02-2000
			AU 2494699 A	23-08-1999
			BR 9907698 A	14-11-2000
			EP 1053060 A1	22-11-2000
			JP 2002502948 T	29-01-2002
			WO 9939833 A1	12-08-1999
EP 0877203	A	11-11-1998	US 5904475 A	18-05-1999
			BR 9801589 A	25-05-1999
			DE 69819811 D1	24-12-2003
			DE 69819811 T2	23-09-2004
			EP 0877203 A1	11-11-1998
			ES 2206786 T3	16-05-2004

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Code Internationale No
1.../FR2004/001124

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 C03B7/06

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
CIB 7 F23D F23L C03B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	DE 201 06 097 U (WTU WAERMETECH & UMWELTSCHUTZ) 2 août 2001 (2001-08-02)	1-3
Y	page 1, ligne 6 - ligne 9 page 4, ligne 6 - ligne 11; figures 1,2	7-11
X	US 5 145 361 A (KURZINSKI EDWARD F) 8 septembre 1992 (1992-09-08)	12,13
Y	colonne 1, ligne 46 - ligne 49 colonne 3, ligne 6 - colonne 4, ligne 18; figure 2	16
Y	US 5 500 030 A (BROADWAY LEE ET AL) 19 mars 1996 (1996-03-19)	7
A	cité dans la demande le document en entier	12,16
	----- -/--	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- *T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- *X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- *Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- *Z* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

21 octobre 2004

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

28/10/2004

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Col1, E

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Requête Internationale No
FR2004/001124

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	US 6 431 467 B1 (FOURNIER JR DONALD J ET AL) 13 août 2002 (2002-08-13) cité dans la demande	8-11,16
A	le document en entier	1,12
A	EP 0 877 203 A (PRAXAIR TECHNOLOGY INC) 11 novembre 1998 (1998-11-11) le document en entier	1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande Internationale No

FR2004/001124

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 20106097	U	02-08-2001	DE 20106097 U1	02-08-2001
US 5145361	A	08-09-1992	AUCUN	
US 5500030	A	19-03-1996	AUCUN	
US 6431467	B1	13-08-2002	US 6029910 A	29-02-2000
			AU 2494699 A	23-08-1999
			BR 9907698 A	14-11-2000
			EP 1053060 A1	22-11-2000
			JP 2002502948 T	29-01-2002
			WO 9939833 A1	12-08-1999
EP 0877203	A	11-11-1998	US 5904475 A	18-05-1999
			BR 9801589 A	25-05-1999
			DE 69819811 D1	24-12-2003
			DE 69819811 T2	23-09-2004
			EP 0877203 A1	11-11-1998
			ES 2206786 T3	16-05-2004

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.